

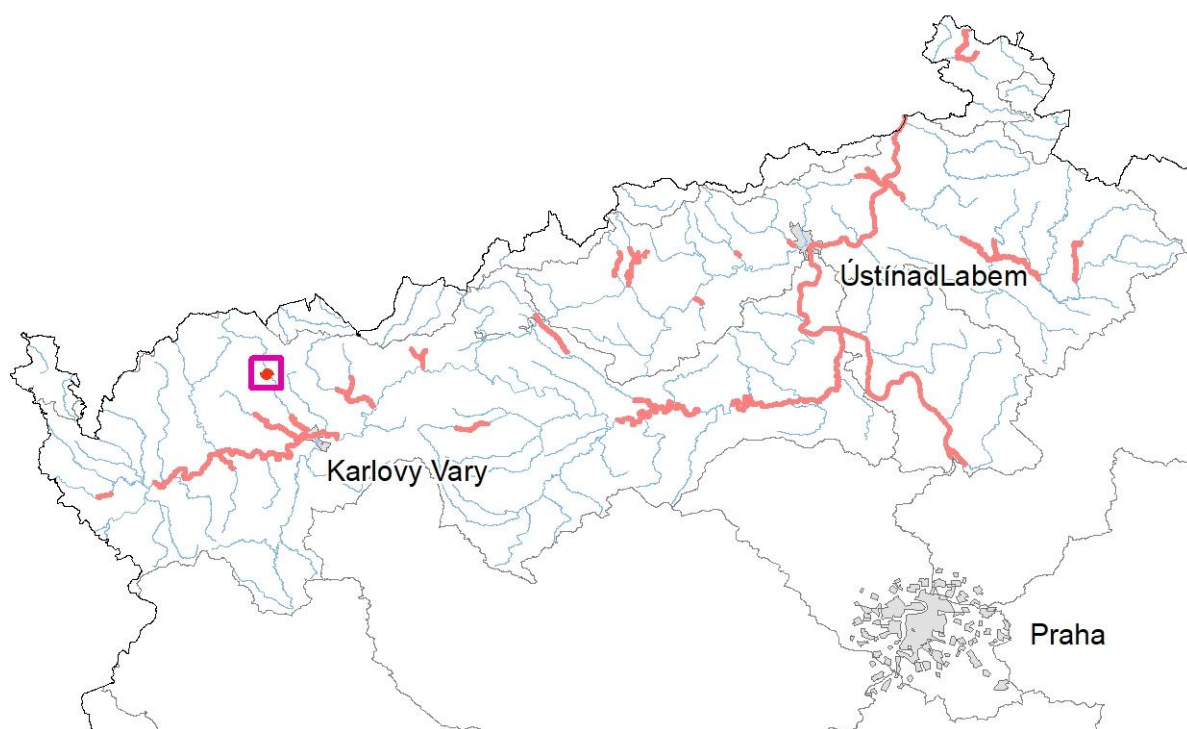


Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ OHŘE, DOLNÍHO LABE A OSTATNÍCH PŘÍTOKŮ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

NEJDECKÝ POTOK – OHL 09-01 - Ř. KM 0,000 – 0,900



prosinec 2019

Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ OHŘE, DOLNÍHO LABE A OSTATNÍCH PŘÍTOKŮ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

NEJDECKÝ POTOK – OHL 09-01 - Ř. KM 0,000 – 0,900

Pořizovatel:



Povodí Ohře, státní podnik
Bezručova 4219
Chomutov
430 03

Zhotovitel: Společnost „SHDP+VRV+HYDROSOFT“, jejímiž společníky jsou



Sweco Hydroprojekt a.s.
Táborská 31
Praha 4
140 16



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
Nábřeží 90/4
Praha 5
150 56



HYDROSOFT Veleslavin s.r.o.
U Sadu 13/62
Praha 6
162 00

Řešitel:



Sweco Hydroprojekt a.s.
Táborská 31
Praha 4
140 16

V Praze, prosinec 2019

Obsah:

1	Základní údaje	7
1.1	Seznam zkratk a symbolů	7
1.2	Cíle prací.....	7
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	7
2	Popis zájmového území	9
2.1	Všeobecné údaje	10
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	10
3	Přehled podkladů.....	11
3.1	Topologická data.....	11
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	11
3.1.2	Mapové podklady.....	11
3.1.3	Geodetické podklady	12
3.2	Hydrologická data	12
3.3	Místní šetření	12
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura.....	13
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	13
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	13
4	Popis koncepčního modelu	14
4.1	Schematizace řešeného problému.....	14
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění.....	14
4.3	Způsob zadávání OP a PP.....	14
5	Popis numerického modelu.....	15
5.1	Použité programové vybavení.....	15
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	15
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území.....	15
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	16
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	16
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	17
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	17
5.3	Popis kalibrace modelu	17
6	Výsledky	18
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	18
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	20
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	20

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratk a symbolů

Tab. č. 1.1 Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
Bpv.	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	Čistírna odpadních vod
DMT	Digitální model terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
DPI	Rozlišení dané počtem bodů na jeden palec (2,5cm)
GIS	Geografický informační systém
IDVT CEVT	Identifikátor vodního toku v Centrální evidenci vodních toků
MPN	Mapy povodňového nebezpečí
S-JTSK	Souřadný systém – jednotná trigonometrická síť katastrální
SOP	Studie odtokových poměrů
SZÚ	Studie záplavových území
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZM10	Základní mapa 1:10 000
ZÚ	Záplavové území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí na základě stanovení těchto charakteristik průběhu povodně:

- rozsah zaplavovaného území,
- hloubky vody v zaplavovaném území,
- rychlosti proudění vody v záplavovém území.

Uvedené charakteristiky povodně budou stanoveny na základě výstupů z hydrodynamických modelů a zpracovány do podoby map povodňového nebezpečí.

Kroky nezbytné k dosažení cíle:

- zajištění vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.);
- sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a příslušné simulace;
- zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování a metoda řešení zahrnuje tyto činnosti:

- získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením,
- příprava podkladů pro případné geodetické zaměření a jeho zadání,
- aktualizace nebo sestavení hydrodynamického modelu,
- hydraulické výpočty toku včetně objektů a inundačního území pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} ,
- prezentace v podobě map povodňového nebezpečí.

Jako prvotní úkon byl proveden terénní průzkum zájmového území toku. V jeho průběhu byla pořízena fotodokumentace a zhodnocen stav objektů na vodním toku.

Dalším krokem bylo zaměření příčných profilů a objektů a jejich následné zavedení do výpočetního modelu. Pro výpočet studie byly pořízeny nové hydrologické údaje, které poskytl ČHMÚ - pobočka Plzeň.

Podkladem pro prezentaci grafických výstupů byla použita aktuální ZM 10.

Hydraulické výpočty vodního toku včetně objektů a inundačního území byly provedeny pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} . Získané výsledky byly jako bodová informace dále zpracovány pomocí nástrojů GIS nad výše zmíněným mapovým

podkladem. V místech které to vyžadovaly, došlo k rozšíření příčných profilů tak, aby přesahovaly průběh záplavy Q_{500} . Za pomoci vygenerovaných bodů z DMR 5G byly vytvořeny mapy hloubek a rychlostí. Dále nad mapovým podkladem a mapou hloubek došlo k vynesení záplavových čar Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .

2 Popis zájmového území

Název toku: Nejdecký potok (Rodišovka)

ID úseku IDVT CEVT: 10 102 434

Číslo hydrologického pořadí toku: 1-13-01-1610-0-00 (Rolava)

1-13-01-1620-0-00 (Nejdecký potok)

1-13-01-1630-0-00 (Rolava)

Úsek toku: Nejdek, ř. km 0,000 – 0,900

Významná vodní díla: v uvedeném úseku ani v jeho blízkosti se žádná významná vodní díla nenacházejí

Významné přítoky: v uvedeném úseku se nenachází významný přítok

Nejdecký potok zvaný též Rodišovka pramení západně od obce Lesík v Krušných horách ve výšce 650 m n.m. Pod horním křížením se silnicí č. 219 protéká nádrží Lesík, pod nádrží zastavěným údolím k čerpací stanici pod obcí Bernov, kde kříží a pokračuje podél silnice č. 219 do Nejdku. Pod křížením se železniční tratí v Nejdku protéká rybníkem Bernov a dále podél levobřežního průmyslového areálu Witte Nejdek. Nad Nádražní ulicí vstupuje do uzavřeného profilu v areálu Nejdecké česárny vlny a v areálu ústí zprava do řeky Rolavy ve výšce 541.5 m n.m. Celková délka toku je 5,77 km, plocha povodí 16,47 km².

Řešený úsek prochází spodní částí města Nejdek, kde se nachází průmyslová zástavba výroby automobilových dílů Witte Nejdek a česárna vlny Vlanp a.s. Koryto potoka je v délce 300 m zakryto a podtéká areál česárny vlny Vlanp a.s.

Podklady:

Název toku - zdroj VÚV TGM

ID úseku IDVT CEVT - zdroj Ministerstvo zemědělství

Číslo hydrologického pořadí toku - zdroj ČHMÚ

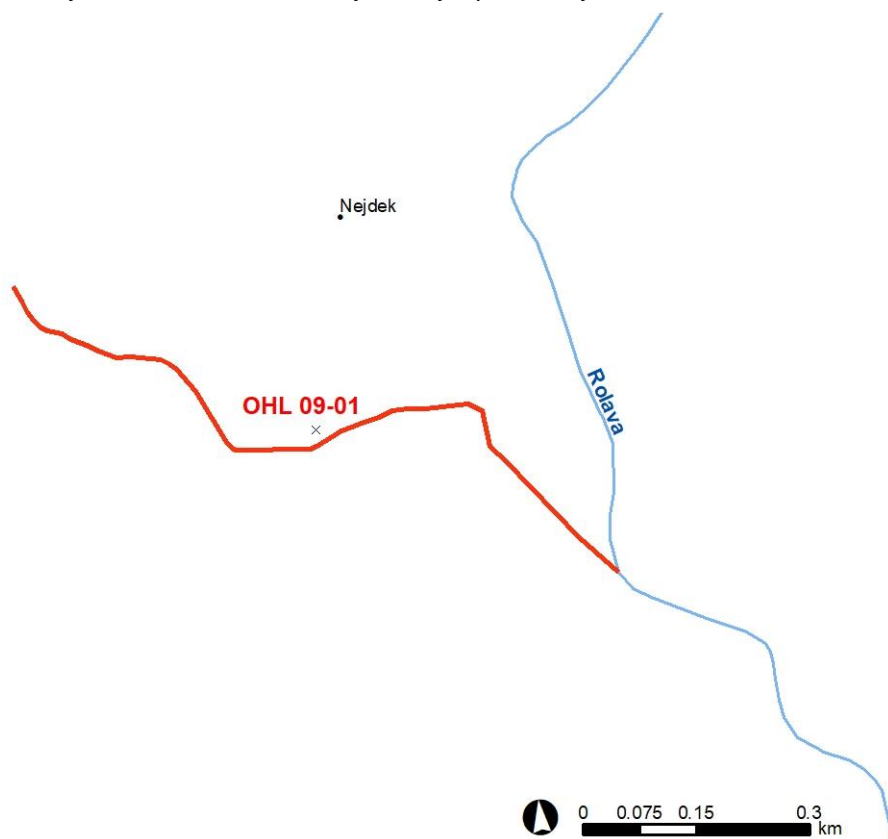
Úsek toku - zdroj Povodí Ohře, státní podnik

Významná vodní díla - zdroj ZM10

Významné přítoky - zdroj ZM10

Studie záplavového území – Studie záplavového území toku Rodišovka v ř. km 0,000 – 2,800“, 2008, Vodní cesty a.s.

Obrázek – Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem



2.1 Všeobecné údaje

V rámci této studie byl posuzován úsek toku Nejdecký potok v ř. km 0,00 až po ř. km 0,90, dle kilometráže uvedené zadavatelem. Úsek byl však zadavatelem přesně vymezen pomocí začátku a konce úseku v souřadnicích S-JTSK:

začátek úseku: X = - 858 836.593 Y = - 999 440.5634

konec úseku: X = - 858 036.3349 Y = - 999 818.2146

Staničení uvedené ve výpočetním modelu a použité při zpracování map povodňového nebezpečí bylo převzato ze studie SZÚ, řešený úsek vymezený výše uvedenými souřadnicemi má dle používaného staničení modelu ř. km 0,00 – 1,02.

Řešený úsek prochází dolní částí města Nejdek až po soutok s Rolavou. Tok je lemován průmyslovou zástavbou výroby automobilových dílů Witte Nejdek a česárny vlny Vlanp a.s. Koryto potoka je v délce 300 m zakryto a podtéká areál česárny vlny Vlanp a.s. Zbývající část toku je upravená do lichoběžníkového tvaru s množstvím balvanů ve dně a hustou břehovou vegetací. Areál společnosti Witte Nejdek nacházející se na levém břehu je částečně chráněn železobetonovou stěnou. Úsek končí pod hrází Bernovského rybníka.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Na řešeném úseku nebyly dohledány záznamy o minulých povodních.

3 Přehled podkladů

V souladu s vyhláškou č. 79/2018 Sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady. Pravidla pro citace podkladů se řídí dle ČSN ISO 690 (01 0197).

- Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a Dolního Labe, listopad 2013
- Základní mapy 1:10 000 – digitální, rastrové - ZAGAGED, poskytlo Povodí Ohře, státní podnik.
- Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G), ČÚZK, 2017
- Geodetické zaměření – geodetická kancelář Majer GEO, duben 2019
- Výsledky hydraulické výpočtu nerovnoměrným prouděním (program Hydrocheck)
- Hydrologická data: N-leté průtoky – ČHMÚ Plzeň, 17.4.2019
- Podrobný terénní průzkum zpracovatele, uskutečněný v listopadu 2011 a v 2019, zaměřený na zmapování stavu koryta, inundací a objektů na toku
- Zákon č. 254/2001 Sb. - o vodách
- Vyhláška MŽP 79/2018 Sb. – o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území
- Metadata poskytnutá Zeměměřičským ústavem k aktuální verzi ZM 10

3.1 Topologická data

Topologická data jsou základním zdrojem, který je potřebný pro sestavení hydrodynamického modelu. Pomocí nich je možné popsat řešené území, sestavit digitální model terénu a vytvořit vhodnou schematizaci modelu. Jednotlivé topologické podklady jsou popsány v následujících kapitolách.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu byl sestaven z Digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) a geodetického zaměření. DMT zájmového území se skládá z DMT koryta vodního toku a DMT inundačního území. DMT koryta vodního toku bylo vymodelováno pomocí lineární interpolace zaměřených příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku. Vytvoření a složení DMT proběhlo v softwaru společnosti ESRI v ArcGIS pomocí extenze 3D Analyst. Trojúhelníková síť (TIN) DMT se rovněž převedla na georeferencovaný TIF o velikosti pixlu 2 m x 2 m.

3.1.2 Mapové podklady

Pro potřeby studie byla použita Základní mapa České republiky 1:10 000 (ZM 10). Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítka.

ZM 10 obsahuje polohopis, výškopis a popis. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území (včetně územně technických jednotek), hranice chráněných území, body polohového a výškového bodového pole, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a terénními stupni. Popis mapy sestává z druhového označení objektů, standardizovaného geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, rámových a mimorámových údajů. Obsahem mapových listů je i rovinná pravoúhlá souřadnicová síť a zeměpisná síť. Předměty obsahu mapy jsou znázorněny pouze na území České republiky. Míra generalizace polohopisu je na takové úrovni, že nedochází k rozsáhlejšímu spojování jednotlivých staveb do bloků a ke zjednodušování tvarů. Mapa tak poskytuje velmi podrobnou představu o zobrazovaném území.

Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2009 a dříve byly odvozovány z vektorových výstupů, které vznikaly v průběhu tvorby vizualizací ZABAGED®. Jejich rasterizací a následnou transformací do souřadnicového systému S-JTSK vznikl obraz státního území, který byl strukturovaný po listech ZM 10. Dalším zpracováním byla pořízena barevná bežešvá rastrová mapa s barevnou hloubkou 4 bit, jednotnou barevnou paletou a hustotou 400 dpi. Z důvodu nižší kvality rozlišení těchto výstupů bylo v roce 2011 přistoupeno k nahrazení těchto souborů novými rastry, které vznikly přímým odvozením z tiskových podkladů ZM 10. Tyto rastry mají barevnou hloubku 24 bit a rozlišení 800 dpi. Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2010 a později jsou odvozovány přímo z postscriptových souborů nové technologické linky. Tyto soubory jsou službou aplikačního serveru rastrovány s rozlišením 800 dpi,

barevnou hloubkou 8 bit a jednotnou barevnou paletou. Do doby pokrytí celého území ČR soubory z nové technologické linky budou uživatelům poskytovány vždy obě datové sady. Tvorbu a aktualizaci ZM 10 zajišťuje Zeměměřický úřad.

ZM 10 je distribuována ve formátu TIF po segmentech bežešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají rozlišení 3149x3149 (72DPI).

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byly ORTOFOTOMAPY ČR– čtverce 2,5 x 2,0 km ve formátu tif, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 2500x2000, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

3.1.3 Geodetické podklady

V rámci 2. cyklu proběhly v daném úseku nové geodetické práce z důvodu změn morfologie vodního toku, ke kterým dochází při zvýšených vodních stavech a dále z požadavků na zpřesnění DMT vodního toku.

Dalším podkladem pro tvorbu DMT na celém řešeném úseku bylo DMR 5G od ČÚZK, který představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskretních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X,Y,H, kde H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

Použitý výškový systém: Bpv – Balt po vyrovnání

3.2 Hydrologická data

V rámci prací na druhém cyklu tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik byla provedena aktualizace hydrologických dat.

Vodní tok: Nejdecký potok

Datum pořízení: 17.4.2019

Vydal: ČHMÚ, pobočka Plzeň

Tabulka č. 3.1 - N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Ústí do Rolavy v Nejdku	17.4.2019	0,00	10,9	19,3	32,4	49,7	IV.

3.3 Místní šetření

V rámci prací v 2. cyklu bylo v daném úseku provedeno místní šetření v roce 2019. Během průzkumu byla pořízena aktuální fotodokumentace všech objektů na toku a významných částí toku.

Posuzované území tvoří koryto Nejdeckého potoka v ř. km 0,000 – 1,020. Koryto je z větší části upraveno do lichoběžníkového tvaru, nicméně koryto je plné větších balvanů a silně zarostlé vegetací. Spodní část úseku od ř. km 0,084 – 0,404 je tvořena krytým profilem, jež podchází areál česárny vlny. Poslední úsek toku v ř. km 0,000 – 0,084 je veden v obdélníkovém korytě s vysokými betonovými zdmi.

Zastavěné území je tvořeno průmyslovými areály Witte Nejdek (levý břeh) a Vlnap a.s.

Charakter zástavby je v řešeném úseku ryze průmyslový. Spodní část úseku je tvořena krytým profilem podcházejícím areál česárny vlny Vlnap a.s., který je tvořen jednak manipulačními plochami, ale i samotnými výrobními objekty, vlastní krytý profil však vede pouze pod komunikacemi v areálu nikoliv pod samotnými budovami. V úseku nad krytým profilem ř. km 0,404 – 1,000 se nachází na levém břehu areál společnosti Witte Nejdek. Areál je od vodního toku oddělen železobetonovou zdí v ř. km 0,450 - 0,800, která je v některých částech i

nad úrovní Q_{100} ve zbývajících částech sahá přibližně do úrovně Q_{50} . Na pravém břehu se nachází sklad stavebnin včetně skladové plochy, jedná se o úsek ř. km 0,620 – 0,850.

Zemědělsky využívané plochy se v daném úseku nenacházejí.

Lesní porosty se v daném úseku nenacházejí.

Doprovodná zeleň, se na toku vyskytuje i v oblasti zástavby, kde se jedná o neudržované husté křovinné porosty s osamělými stromy.

Koryto vodního toku je z větší části upraveno do lichoběžníkového tvaru, nicméně koryto je plné větších balvanů a silně zarostlé vegetací. Spodní část úseku od ř. km 0,084 – 0,404 je tvořena krytým profilem, jež podchází areál česárny vlny Vlnap a.s. Poslední úsek toku v ř. km 0,000 – 0,084 je veden v obdélníkovém korytě s vysokými betonovými zdmi, jež se rovněž nachází v areálu Vlnap a.s.

Inundační území je tvořeno úzkou nivou, která je zcela obsazena průmyslovými a skladovými areály.

Vodní plochy se v daném úseku nenacházejí

3.4 Doplnující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura

Kromě již výše uvedených podkladů nebyly jiné používány.

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování studie byly v souladu s níže uvedenými dokumenty v jejich platném znění:

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté podklady plně pokryly zájmové území. Část geodeticky zaměřených profilů musela být rozšířena, s ohledem na místy širší rozsah povodně Q_{500} . Pro rozšíření profilů bylo použito podkladu DMR 5G, jehož přesnost je pro potřeby modelu v částech inundačního území dostatečná.

4 Popis koncepčního modelu

Základním požadavkem na zpracování záplavových území je provádění výpočtů metodou ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro tento typ výpočtů byl zvolen program HYDROCHECK ver. 5.2.

Jedná se o programový prostředek vyvinutý společností Hydrossoft Veleslavín s.r.o. Řeší ustálené nerovnoměrné proudění v otevřených neprizmatických korytech v režimových oblastech říčních i bystřinných. Základem řešení nerovnoměrného proudění je obecná metoda po úsecích. Jednotlivé objekty na toku jsou do výpočetní trati přímo integrovány a průběh hladiny je počítán rovnicemi pro objekty typu jezové těleso, výtok vody otvorem, přepad přes širokou korunu s uvažování veškerých součinitelů včetně součinitele zatopení.

Program Hydrocheck je mimo jiné vhodným nástrojem pro posuzování aktivní zóny, či hodnocení map rizik, neboť umožňuje vyhodnocování svislicových rychlostí v příčném řezu. Díky tomu je možné vyhodnocovat rychlosti v inundaci a vytvářet mapu rychlostí jako plošnou informaci, nikoliv jen bodovou.

4.1 Schematizace řešeného problému

Schéma modelu je v souladu se SZÚ jednorozměrné (1D). Vzhledem k charakteru toku, úzké koryto bez širokých plochých inundací a bočních proudů, je schematizace naprosto dostatečná a danému toku a účelu odpovídající. Vzdálenost příčných řezů je nepravidelná a jejich umístění je zaměřeno primárně na charakteristická místa toku, náhlé změny profilu toku, objekty na toku apod. V místech s prizmatickým korytem nebo neměnicí se tratí je vzdálenost řezů větší, v případě objektů nebo náhlých změn tvarů koryta jsou řezy zahuštěny.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výpočetní model, jakožto metodika stanovení záplavového území, nepočítá s vlivem neustáleného proudění na odtokové poměry území (v souladu s Metodikou zpracování SZÚ), nicméně vliv nestacionarity je v daném úseku prakticky zanedbatelný. Koryto je upravené, inundace zastavěná a její retenční schopnost je vzhledem k délce úseku minimální. Hydrologická data ČHMÚ N-leté průtoky jsou bez vlivu transformace.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Jak bylo uvedeno v kap. 4.2, jedná se o výpočet nerovnoměrného ustáleného proudění v otevřeném korytě. Do výpočetního modelu se tak zadává okrajová podmínka v dolním výpočtovém profilu v podobě hladiny a průtoku. V místě významných přítoků, pro které jsou k dispozici hydrologické údaje, se zadává změna průtoku. Jiné okrajové ani počáteční podmínky výpočtu se nezadávají.

Vnitřními podmínkami jsou pak údaje o drsnostních charakteristikách a ztrátových součinitelích.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Vlastní výpočty byly prováděny metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HYDROCHECK 5,2, který se osvědčil při výpočtech obdobných studií a je běžně používán pro studie SZÚ. Základní výhodou tohoto programu je možnost rozdělení příčného profilu na libovolné segmenty podle charakteru proudění v jednotlivých částech příčného profilu – dílčí profily. Program zobrazuje i podrobné rozdělení rychlostí v příčném profilu. Jednotlivé objekty na toku jsou do výpočetní trati plně integrovány včetně správného uvažování vlivu zatopení dolní vodou.

Kromě metody nerovnoměrného proudění bývá užíváno i nástrojů rovnoměrného proudění pro stanovení konsumpční křivky dolní okrajové podmínky, pokud tato není zadána hladinou na soutoku, běžně až u větších toků, nebo u toků u kterých již bylo dříve stanoveno SZÚ.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Základem prací na studii je podrobný terénní průzkum. Na základě terénního průzkumu a kvalitní fotodokumentace jsou určeny drsnostní charakteristiky a později vynášeny záplavové čáry.

Podkladem pro práci bylo podrobné geodetické zaměření v rozsahu potřebném pro jednorozměrný matematický model, tedy příčné a údolní profily a veškeré objekty. V úsecích mimo geodetické zaměření byly lokálně řezy prodlužovány na základě informací z DMR5g.

Základním prvkem zadání je příčný profil - jeho geometrický tvar a rozměry, včetně součinitele drsnosti omočeného profilu.

Průtočný profil je možno rozdělit pomocí fiktivních svislic na vlastní koryto a přilehlé části inundace, ohraničené svislými rovinami, vedenými například v linii břehové hrany koryta – dílčí profily. Jednotlivé části příčného profilu mají různou drsnost a s tím souvisí i různé rychlosti proudění a výsledná poloha hladiny vody v profilu.

Na základě fotodokumentace a poznámek získaných při rekognoscaci terénu byly voleny hodnoty Manningova drsnostního součinitele „n“ pro jednotlivé části omočeného profilu.

Kromě vytvoření geometrického modelu říční sítě včetně objektů je pro simulace nerovnoměrného proudění nutné zadat okrajové podmínky. Jedná se především o průtok a označení počátečního (popřípadě koncového) profilu, ve kterém má být průběh proudění řešen. Dále se zadává hladina v počátečním profilu, pokud není zvolen režim jejího automatického výpočtu z konsumpční křivky, případně hladiny určené rovnoměrným prouděním na základě známého sklonu koryta.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Část popisu je již uvedena v kapitole 3.3 Místní šetření.

Popis objektů na toku, je uváděn ve směru po proudu, staničení se vztahuje ke staničení použitým v modelu.

ř. km 1,036	betonová lávka pro pěší
ř. km 0,484	trubní vedení
ř. km 0,449	jez a stavidlový uzávěr okrasné/požární nádrže
ř. km 0,449	betonová lávka ovládání stavidla nádrže
ř. km 0,411	trubní vedení
ř. km 0,404	vtok do krytého profilu – silniční most v Nádražní ulici
ř. km 0,084	výtok z krytého profilu – areál Vlnap a.s.
ř. km 0,070	betonová deska – zbytky podlahy kotelny v areálu Vlnap a.s

Jak je uvedeno již v jiných kapitolách, mostní objekty jsou do výpočtu zahrnuty pomocí vlastních objektových profilů integrovaných do výpočetní trati. Jezové objekty a spádové stupně jsou počítány jako přepad přes obecné jezové těleso se zahrnutím součinitele zatopení na základě známé úrovně dolní vody, jež vzešla z výpočtu úseku pod

objektem. Mostní objekty jsou počítány až do doby zahlcení jako vlastní profil koryta, po zahlcení jsou pak počítány jako objekty skládající se z kombinace výtoky vody otvorem a přepadu přes širokou korunu – přepad vody přes mostovku. I tyto objekty jsou uvažovány se správnou úrovní dolní vody vzešlou z výpočtu spodního úseku. Při výpočtu se jeden objekt skládá minimálně ze dvou profilů a to profilu pod objektem, jež slouží pro správné určení dolní vody těsně pod objektem a dále z profilu objektu, jež je uvažován v místě jeho návodní strany, často bývají tyto profily doplněny i profilem nad objektem, jež je umístěn cca 2 – 5 m nad návodní hranou objektu.

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnostní charakteristiky použité ve výpočetním modelu jsou zadány výhradně pomocí Manningova drsnostního součinitele, i když výpočetní model Hydrocheck dovoluje i zadání pomocí jiných parametrů. Nicméně Manningův drsnostní součinitel byl zvolen z důvodů jeho značné rozšířenosti a rovněž z důvodů absence přesných podkladů pro zadání drsností pomocí jiných metod (například zrnitostní rozbor dna apod., jež z pochopitelných důvodů prováděny nebyly).

Drsnostní součinitel je zadáván v jednotlivých příčných řezech a to v odlišných hodnotách jak pro jednotlivé části inundací, tak i pro jednotlivé části koryta, na základě již výše uvedené pořízené fotodokumentace a rekognoskace terénu.

Odhad drsností pro N-leté průtoky

Pro drsnost dna byly použity tyto hodnoty: $n=0,020 - 0,050$

Pro drsnost svahů:

beton	$n=0,015 - 0,025$
dlažba na sucho	$n=0,025 - 0,035$
tráva	$n=0,030 - 0,040$
keře, vrbičky	$n=0,040 - 0,085$

Pro inundace:

tráva	$n=0,030 - 0,045$
pole	$n=0,030 - 0,050$
les	$n=0,070 - 0,090$
zahrady podle hustoty	$n=0,040 - 0,800$
zahrady s ploty kolmo na tok	$n=0,070 - 0,100$, nebo zadáno jako pasivní území
domy	zadáno jako pasivní území
silnice, cesty	$n=0,020 - 0,035$

Vliv vegetace je do výpočtů zahrnut vždy v nejméně příznivé situaci, to znamená při plném vegetačním období.

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Dolní okrajové podmínky tvoří N-leté průtoky, jež byly získány od ČHMÚ. Jednalo se o profil v místě soutoku s Rolavou v ř. km 0,000. Počáteční úroveň hladiny je zadána v prvním výpočetním profilu PF1 km 0,036, hladina je určena konsumpční křivkou koryta pro ustálené rovnoměrné proudění vycházející ze sklonu koryta mezi prvními profily. Ovlivnění řekou Rolavou nebylo ve výpočtu na základě pokynů zadavatele SZÚ uvažováno.

Tab. č. 5.1 N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Úsek / N-leté průtoky Q_N	Úsek toku (km od - do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
Obec Nejdek	0,000 – 1,020	10,9	19,3	32,4	49,7	

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Výpočet byl řešen pomocí ustáleného proudění.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Vstupní data byla pro zpracování studie dostatečná a z hlediska sestavení 1D modelu úplná.

5.3 Popis kalibrace modelu

Jelikož v daném území nejsou známy žádné povodňové značky, u kterých by zároveň byl znám příslušný průtok, nebyla zvláštní kalibrace modelu prováděna.

Nicméně lze konstatovat, že výpočet proudění lze v daném úseku provádět s vysokou mírou vypovídací schopnosti i bez dodatečné kalibrace, zejména při zkušenosti, kdy hodnoty hladin zaznamenané při povodňových průtocích jsou zejména v intravilánu významně ovlivněny ucpáním mostních objektů plaveninami. S takovým scénářem, však dle Metodiky SZÚ počítáno není, tedy vliv zacpání mostních objektů není ve výpočtu zahrnut. Proto by byla kalibrace na takovéto povodňové značky zavádějící a ve výsledku by vedla ke zcela chybným výsledkům. Na data měřená v měrných profilech ČHMÚ nebo příslušného povodí se rovněž v případě extrémních povodní nelze spoléhat, neboť tyto profily často bývají ovlivněny zpětným vzduťm, nebo jsou zcela zaplaveny.

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Výstupem z hydrodynamického modelu jsou hydraulické charakteristiky proudění modelovaných průtokových scénářů spočítané v jednotlivých příčných profilech a výpočetních bodech. Lze je prezentovat tabelární nebo grafickou formou v podobě podélných a příčných profilů, bodového pole rychlostí a map hloubek. Pro sestavení map povodňového nebezpečí jsou základním výstupem z hydraulických modelů mapa hloubek a mapa rychlostí. Mapové výstupy představují georeferencovanou rastrovou mapu v požadovaném měřítku a formátu.

Tabulka – Psaný podélný profil

Staničení	Dno	H ₅	Q ₅	H ₂₀	Q ₂₀	H ₁₀₀	Q ₁₀₀	H ₅₀₀	Q ₅₀₀	Poznámka
km	m n.m.	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	
0.037	541.74	543.09	10.9	543.86	19.3	544.58	32.4	544.94	49.7	nad soutokem s Rolavou, Nejdek
0.07	541.92	543.3	10.9	544.12	19.3	544.87	32.4	545.17	49.7	most, zbytky podlahy kotelny
0.084	542.2	543.38	10.9	544.18	19.3	544.96	32.4	545.27	49.7	výtok z uzavřeného profilu
0.404	548.4	549.66	10.9	550.58	19.3	550.98	32.4	551.16	49.7	vtok do uzavř. prof., Nádražní ul.
0.411	548.43	549.66	10.9	550.58	19.3	550.98	32.4	551.16	49.7	lávka potrubní, rest. U Žáby PB
0.439	548.46	549.97	10.9	550.75	19.3	551.13	32.4	551.3	49.7	
0.443	548.34	550.08	10.9	550.75	19.3	551.13	32.4	551.42	49.7	konec potrubí v korytě
0.449	548.71	550.66	10.9	551.23	19.3	551.83	32.4	552.26	49.7	lávka pod stavidlem
0.451	549.15	551.09	10.9	551.52	19.3	551.88	32.4	552.26	49.7	jez, stavidlo nádrže Žába
0.484	549.54	551.13	10.9	551.55	19.3	551.91	32.4	552.28	49.7	lávka potrubní
0.529	550.02	551.34	10.9	551.74	19.3	552.02	32.4	552.33	49.7	dvůr areálu Witte LB
0.553	550.24	551.54	10.9	551.92	19.3	552.12	32.4	552.54	49.7	povodní roh domu PB
0.625	551.03	552.44	10.9	552.84	19.3	553.28	32.4	553.74	49.7	roh areálu Witte LB
0.713	551.8	553.42	10.9	553.9	19.3	554.46	32.4	555.06	49.7	povodní roh stavebnin PB
0.805	552.68	554.06	10.9	554.48	19.3	554.95	32.4	555.46	49.7	návodní roh budovy Witte LB
0.821	552.77	554.2	10.9	554.65	19.3	555.13	32.4	555.59	49.7	konec koryta ve zdech
0.982	555.3	556.48	10.9	556.87	19.3	557.24	32.4	557.56	49.7	
1.03	555.99	557.13	10.9	557.59	19.3	558.1	32.4	558.56	49.7	
1.036	555.92	557.26	10.9	557.71	19.3	558.1	32.4	558.57	49.7	lávka pod rybníkem
1.047	556.06	557.38	10.9	557.9	19.3	558.4	32.4	558.68	49.7	výtok z rybníka

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Analýzou průniku maximálního rozlivu (při průtoku Q_{500}) a správních územích byly zajištěny informace o následujících dotčených správních územích obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka - Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
06343	Karlovy Vary	555380	Nejdek

Mapy povodňového nebezpečí zobrazují rozsah zaplaveného území, hloubky a rychlosti proudění.

Z vypočítaných úrovní hladiny v jednotlivých profilech byl interpretován průběh záplavové čáry. Z tohoto znázornění a z průběhu hladin v podélném profilu je patrný rozsah zatápěných ploch a objektů. Dále se tímto způsobem zjistí překážky průtoku, které působí patrné vzduť hladiny, jejichž odstraněním nebo rekonstrukcí je možno rozsah zátop redukovat.

Záplavové čáry jsou vyneseny na podkladě rastrové Základní mapy ČR v měřítku 1 : 10 000. Zakreslení záplavových čar, zejména mimo zaměřené příčné profily, zahrnuje nepřesnosti použité mapy. Snahou vyliditovat nepřesnosti je užití bodového pole z DMT mimo zaměřené příčné profily. Při posouzení konkrétního místa je tedy rozhodující kóta hladiny odvozená z podélného profilu a skutečná nadmořská výška terénu posuzovaného místa.

Při aplikaci výsledků výpočtu je nutno si uvědomit, že přírodní třírozměrný v čase proměnný děj je popisován stacionárním jednorozměrným matematickým výpočtem s použitím mnoha zjednodušujících předpokladů a odhadů. Přesnost výpočtu je limitována zejména hustotou příčných profilů použitých k výpočtu a odhadem drsnostního součinitele.

Hodnoty úrovně hladin získané interpolací mezi jednotlivými výpočtovými příčnými profilemi nemusí odpovídat skutečnosti.

Nejsou zde postiženy jevy běžně se vyskytující při povodních - hladina v inundaci nemusí být v jednom příčném profilu stejná jako v korytě, v obloucích dochází k příčnému převýšení hladiny, hladina je rozvlákněná, atd.

Výpočet je proveden pro ideální stav koryta. Není započítáno ucpání průtočného profilu plaveným materiálem, které hrozí zejména v mostních profilech. Vliv na proudění má i sezónní stav vegetačního pokryvu, při výpočtu bylo uvažováno s vegetací v plném vegetačním období.

Výsledky tohoto výpočtu nejsou neměnné. Může dojít ke změnám vlivem zpřesnění topografických podkladů, změny hydrologických údajů, použitím přesnějších výpočetních modelů, nebo vlivem změn v průtočném profilu toku.

Hloubka je vypočtena jako rozdíl digitálního modelu hladiny a digitálního modelu terénu. Digitální model hladiny byl vytvořen lineární interpolací hladin mezi jednotlivými příčnými profilemi, které byly převzaty z hydraulického modelu. Výsledkem je rastr hloubek o velikosti pixelu 2 m x 2 m. Mapa hloubek se následně ořízne záplavovou čarou pro daný scénář.

Při výpočtu nerovnoměrného proudění byly z výpočetního programu Hydrocheck exportovány pro jednotlivé profily a jednotlivé průtokové epizody průměrné celoprofilové rychlosti. Takto získaná hodnota rychlosti pak byla v GIS přiřazena jako bodová informace průsečíku daného příčného řezu a osy toku.

Pro každý profil a jednu průtokovou epizodu tak byla získána informace o rychlosti, celkem tedy pro každý profil 4 hodnoty rychlosti ($Q_5 - Q_{500}$). U složených profilů, je celoprofilová průměrná rychlost vypočtena jako vážený průměr z odpovídajících hodnot dílčích profilů, přičemž je zohledněna velikost průtoků jednotlivými dílčími profilemi.

Výsledné zobrazení rychlostí je součástí mapy rizik, kdy informace o rychlosti spolu s hloubkou vody dávají názornou představu o charakteru nebezpečí při povodni v pozorovaném úseku.

6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Jak bylo uvedeno výše, výpočetní model 1D je vždy schematizací skutečnosti. Hlavní míra nejistoty však neplyne ze špatného odhadu drsnostních charakteristik, nebo nedostatečně popsané topologie území a koryta, ale ze vstupních průtokových dat, jejichž přesnost je nezřídka v rozmezí $\pm 40 - 60\%$ dle uvedené třídy přesnosti. Dalším

již zmíněným faktorem, s ním model nepočítá, je množství plavenin, které postupují tokem při povodni, ať už se jedná například o ledové kry nebo antropogenní materiál či dřevní hmotu. Tyto plaveniny, pak zejména v prostoru objektů mohou způsobit naprosto převratné změny průtočného profilu (částečné nebo úplné ucpání), které pak mají na průběh hladiny zásadní vliv.

Pokud však odhlédneme od nejistot způsobených nepřesnými hydrologickými daty a budeme vztahovat rozsah záplavového území ke konkrétnímu průtoku (a nikoliv k deklarované četnosti povodně) a budeme postupovat v souladu s Metodikou stanovení SZÚ, tedy výpočet bez plavenin, můžeme konstatovat, že vypovídací schopnost modelu je značně vysoká. Největší ovlivnění hladin nastává v místech objektů, jejichž nesprávné posouzení, či špatně provedený výpočet ve vztahu k zatopení dolní vodou, má na úroveň hladiny zásadní vliv. Poměrně významné je i ovlivnění výpočtu chybně umístěnými dílčími profily v příčném řezu, naopak chybný odhad drsnosti byť v řádu desítek procent se ve volné trati dramaticky neprojeví.